Über den Einfluß der Narkotika auf die chemische Zusammensetzung von Pflanzen.

I. Das chemische Verhalten pflanzlicher Objekte in einer Acetylenatmosphäre

von

V. Grafe und **O. Richter,**

Privatdozenten der Wiener Universität.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität, Nr. 25 der 2. Folge.

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Dezember 1911.)

Erster Teil.[1]

Das auffallende Verhalten, das Keimlinge der verschiedensten Art in Laboratoriumsluft, Leuchtgas und vielen anderen Narkotika — den Begriff im Sinne von Overton und Meyer genommen — in bezug auf die Hemmung des Längen- und Förderung des Dickenwachstums (I., 1903, 180), die Anthokyanbildung (III., 1907, 3), die chemische Zusammensetzung (IV., 1908, 189), die Turgorsteigerung (V, 1908, 106) usf.[2] zeigten, festigten in mir die Überzeugung, daß eine tiefgreifende chemische Verschiedenheit zwischen narkotisierten und nicht narkotisierten Pflanzen bestehen müsse, worin ich noch durch bereits bekannte Analysen bestärkt wurde.

---

[1] Dieser Teil wurde mit einer Subvention der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften aus den Erträgnissen der Scholz-Stiftung ausgeführt. Ich erlaube mir daher, der kaiserlichen Akademie für diese Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. O. Richter.

[2] Über diese Erscheinungen habe ich in einem Vortrage vorläufig berichtet (VI., 1911) und beabsichtige in ausführlicher Weise auf Grund einer achtjährigen Erfahrung demnächst zu referieren (VII., 1912).

Ich nahm daher bei meiner Übersiedlung nach Wien mit Vergnügen die Gelegenheit wahr, mich mit Herrn Kollegen Grafe zu verbinden, um mit seiner Hilfe mir schon aus gewissen physiologisch-mikrochemischen Untersuchungen (III., IV.) bekannte Tatsachen durch makrochemische Analysen sicherzustellen. Denn speziell dort, wo es sich um gewisse quantitative Bestimmungen handelt, z. B. bei Differenzen im Zuckergehalte, wird trotz vorhandener Anfänge zur quantitativen mikrochemischen Analyse (VIII., Emich) bis auf weiteres immer noch die makrochemische Analyse das entscheidende Wort sprechen.

Untersuchungen dieser Art sind bereits, wie angedeutet, durchgeführt worden. So hat Johannsen (I., 1897, 275) in einer ungemein gründlichen Arbeit die Frage zu beantworten gesucht, inwiefern Äther und Chloroform (II.) die chemische Zusammensetzung von Samen, Keimlingen, Zwiebeln, Kartoffelknollen und Sprossen beeinflussen.

Dabei stellte sich die überraschende Tatsache heraus, daß bei einer bestimmten Ätherkonzentration eine bedeutende Vermehrung von Zucker und Amidoverbindungen zu verzeichnen war, die bei zu niedrigen Ätherdosen unterblieb, während bei sehr starken die Vermehrung, wenn auch schwächer, wahrgenommen werden konnte. Bei sehr schwachen Ätherdosen war im Gegensatze zur Regel, wie gesagt, sogar eine Abnahme des Amidstickstoffes und des Zuckers und damit im Zusammenhang eine Förderung der Eiweiß- und Stärkesynthese (II, 1902, 99) in den reifenden Samen gegenüber den Kontrollpflanzen in reiner Luft zu bemerken. Dabei ist zwischen direkter Einwirkung und Nachwirkung streng zu unterscheiden.

Am anschaulichsten dürfte das Verhalten der Samen bei den mittelstarken Äther-, beziehungsweise Chloroformdosen aus folgender der Johannsen'schen Arbeit (II., 1902, 110) entnommenen Tabelle hervorgehen.

»In 1000 Gewichtsteilen noch unreifer, fast erwachsener Lupinensamen, welche aus den Schoten herausgenommen waren«, wurden gefunden (Angaben in Gewichtsteilen):

	gleich nach Herausnahme der Samen	nach 24 Stunden	nach 24stündiger Chloroformierung
Amidokörper	24	19	38
Zucker	67	53	73

Die analogen Untersuchungen an Trieben führten ja, wie bekannt, zur Entdeckung des nach Johannsen benannten Treibverfahrens (III., 1906).

Im selben Jahre beobachtete Czapek (1897 [144], 28), daß sich mit Hilfe der Jodprobe wesentliche Unterschiede an Blättern, deren Stiele mit Chloroformwasser umgeben waren, gegenüber solchen, die zur Kontrolle dienten, feststellen ließen, und zwar in dem Sinne, daß in den chloroformierten die Stärkeentleerung unterbleibt. Deleano kam (1911, 166) aber diesbezüglich mit Chloroformwasser 1:10 zum gerade entgegengesetzten Resultate.

1898 veröffentlichte Puriewitsch (II., 1898, zitiert nach Butkewitsch, II., 318) seine Erfahrungen mit Blättern verschiedener Pflanzen, die er der Einwirkung von Ätherdämpfen aussetzte. Sie lauteten dahin, daß Äther ein beschleunigtes Verschwinden der Blätterstärke zur Folge habe. Zur Erklärung dieser Erscheinung nahm er an, daß der Äther die Atmungsenergie steigere und dadurch den Verbrauch des bei der Stärkelösung entstehenden Zuckers beschleunige, dessen Anhäufung auf diesen Prozeß hinwiederum hemmend wirke.

Auf diese Art entstand anscheinend unter Vergessen auf Johannsen's Versuche mit sehr schwachen Ätherdosen und im Hinblick auf Puriewitsch's Arbeiten die ziemlich allgemein verbreitete Meinung, Äther beschleunige die Hydrolysierungsprozesse stets. Von dieser Ansicht, die insbesondere durch das »Ätherverfahren« Nahrung fand, weichen nun die Versuchsergebnisse Zaleski's (I., 1900, 292), und zwar nicht unbedeutend, ab. Nach seiner Meinung vermindert geradezu die benützte Äthermenge den Eiweißzerfall, dagegen werde die Eiweißbewegung verstärkt (293), d. h. »daß in Ätheratmosphäre sich mehr Eiweißstoffe in den Achsenorganen als bei gewöhnlichen Bedingungen ansammeln«. Dabei bliebe es dennoch dahingestellt, »ob die Eiweißstoffe als solche den Achsenorganen zuströmen oder sich in den letzteren aus Eiweißzerfallsprodukten der Kotyledonen bilden«. In letzterem Falle verstärke Äther die Eiweißregeneration. Dasselbe ließe sich auch für Kohlehydrate in Ätheratmosphäre feststellen. Versuche mit Weizen hätten gezeigt, daß Äther den Glukoseverlust ver-

mindere und eine größere Bewegung der Glukose aus dem Endosperm in die Pflanze hervorrufe. »Äther verursacht also eine kräftigere Aufsaugung der Kohlehydrate und Eiweißstoffe oder verstärkt die Eiweißregeneration.«

Führe man Glukose in etiolierte Keimlinge künstlich ein und sorge gleichzeitig für eine entsprechende Ätheratmosphäre, so erziele man in Äther eine stärkere Eiweißregeneration als bei den Kontrollobjekten. Im Gegensatze dazu fand Zaleski (295), daß ein in der Nährlösung gebotenes Narkotikum, das Koffein, den Eiweißzerfall sehr verstärkt.

Anscheinend haben die Differenzen in Zaleski's eigenen Befunden und die Zaleski's und Johannsen's in der Ätherfrage durch die Untersuchungen von Hempel (1911, 213 [1]) eine recht befriedigende Erklärung gefunden, auf die noch zurückgekommen wird (p. 1196).

Die im vorliegenden Falle gewählte chronologische Darstellung der Literatur verlangt jedoch zunächst die Erwähnung einer Arbeit von Bertel (1902, 455), in der er im Einklange mit den Arbeiten von Schulze (II., 1903, 65) und Butkewitsch (I., 1900, 363) den Nachweis erbrachte, daß in Lupinenwurzeln in Chloroformwasser (1 : 10) eine ausgesprochene Anreicherung von Tyrosin (456) stattfindet, und eine Publikation von Marie Leschtsch (1903, 425), die durch die Arbeiten von Puriewitsch (I., 1896), Morkowine (I./II., 1899, 1901) und die besprochene Arbeit Zaleski's (I., 1900, 292) angeregt, den Einfluß des Terpentinöls auf die Verwandlung der Eiweißstoffe studierte. Als Versuchsobjekte kamen Zwiebeln von *Allium Cepa* und *A. ascalonicum* in Anwendung.

Wie aus Hettlinger's (1901, 248) und Zaleski's (II., 1901, 339) Publikationen bekannt sein dürfte, geht in verwundeten Zwiebeln eine ziemlich starke Eiweißbildung vor sich. Leschtsch verquickte nun Verwundungs- mit Narkoseversuchen und fand, daß »in der verwundeten Zwiebel, in der die Bildung von Eiweißstoffen vor sich geht, dieser Prozeß durch Hinzufügung kleiner Mengen Terpentinöls beschleunigt« wird, »während größere Dosen auf ihn verzögernd wirken«. Ruhende Zwiebeln werden dagegen von Terpentinöl nicht beeinflußt. (427 8.)

Im Hinblick auf die Versuche von Borodin (1878, 801) und Schulze (I., 1886, 118), die gezeigt hatten, daß in Keimpflanzen des Weizens durch »Hunger« eine rege Eiweißzersetzung ausgelöst wird, beantwortete Leschtsch (429) auch noch die Frage, inwieweit dieser Prozeß durch Terpentinöl beeinflußt wird. Es zeigte sich, daß in den verwendeten Dunkelkeimlingen von *Triticum* eine merkliche Hemmung der Eiweißzersetzung nachweisbar war.

1904 veröffentlichte Prianischnikow (I., 1904, 35) eine uns besonders interessierende Arbeit, in der gezeigt wird, daß selbst jene Spuren gasförmiger Verunreinigungen, die in der Laboratoriumsluft unvermeidlich sind, einen höchst einschneidenden Einfluß auf die chemische Zusammensetzung von Keimlingen haben. Am zweckmäßigsten dürfte es sein, eine seiner Tabellen (39) zu reproduzieren:

Auf 100 Teile Wasser kam bei einem 15tägigen Bohnenversuche[1] (*Vicia Faba)* Asparaginstickstoff

	in Laboratoriumsluft		in reiner Luft	
	in den Kotyledonen	in den Stengeln	in den Kotyledonen	in den Stengeln
bei 5tägigen Bohnen.....	0·236	0·445	0·212	0·231
» 10 » »	0·297	0·524	0·165	0·217
» 15 » »	0·348	0·625	0·140	0·289

Diese Tabelle beweist, daß die chemische Zusammensetzung der Pflanzen der Laboratoriumsluft eine ganz andere ist als die derjenigen der reinen Luft, da jene nahezu dreimal so viel Asparagin enthalten als diese, und zwar sowohl in den Kotyledonen als auch in den Stengeln.

Im selben Jahre kam Prianischnikow (II., 1904, 1) auf die obige Analyse in einer Arbeit über die Einwirkung vierprozentiger Schwefelsäure auf pflanzliche Proteinstoffe zurück, worin er die »kleinen Quantitäten Leuchtgas«, die in der

---

[1] Daß mit der Bezeichnung »Bohnen« hier *Vicia Faba* gemeint ist, geht aus Prianischnikow's Arbeit (II., 1904, 3) hervor, in der er die von Schulow durchgeführte, mit der obigen gleichlautende Analyse betitelt: »Versuche mit *Vicia Faba*«.

Laboratoriumsluft unvermeidlich sind, für jenen auffallenden Effekt verantwortlich machte.

1907 konnte gezeigt werden (O. Richter, III., 1907, 3), daß man in gewissen Fällen die chemische Verschiedenheit von Pflanzen in reiner Luft und in der Atmosphäre von Narkotika gewissermaßen ad oculos demonstrieren kann, da Keimlinge oder Blüten, die normalerweise Anthokyan zu bilden pflegen, diese Fähigkeit verlieren, wenn sie in Narkotikaatmosphäre gehalten werden. Es läßt sich nun auch, wie 1908 (Oswald Richter, IV., 1908, 190) dargetan wurde, bei Keimlingen von stärke-, aber auch fettreichen Samen ein analoger Effekt mit Hilfe der Sachs'schen Jodprobe erreichen, wenn man gleich alte, aber auch gleich lange Keimlinge aus reiner und unreiner Luft auf ihren Stärkereichtum untersucht, oder wenn man gleich alte Keimlinge des Senfs aus Leuchtgasatmosphäre und reiner Luft der bekannten Blutlaugensalzprobe, und zwar in der von Molisch (1892) angegebenen Art unterzieht. Man kann unter diesen Bedingungen direkt sehen, wie groß die Differenzen in der chemischen Zusammensetzung beiderlei Keimlinge sind.

1908 erschien nun auch eine Arbeit von Butkewitsch (II., 1908, 314), die sich in vieler Beziehung in eine Parallele mit den eben besprochenen Ergebnissen bringen läßt. Butkewitsch's Versuchsobjekte waren *Morus alba* und *Sophora japonica* (315), deren Rinde durch einen besonders großen Stärkegehalt ausgezeichnet ist. Die Untersuchung erfolgte an Querschnitten mit einer schwachen Lösung von Jod in Jodkalium (316).

Die Versuche wurden in der Art durchgeführt, daß einige Tage im Zimmer aufbewahrte Zweige der Länge nach in zwei bis vier Teile gespalten und diese Teile nun in Gläser mit wenig Wasser unter schwarz verklebte Glasglocken gegeben wurden. Unter jeder dieser Glasglocken befand sich eine Krystallisierschale mit Wasser, das 3 bis 5 *mm* hoch stand. In eine dieser Schalen wurde nun Chloroform, in eine Toluol, und zwar jedes Narkotikum im Überschusse zugeschüttet, so daß während des ganzen Versuches der Überschuß des Narkotikums erhalten blieb (315).

Dabei zeigte sich, daß sich in Gegenwart des Toluols und Chloroforms die in der Rinde aufgespeicherte Stärke löste und bei genügender Dauer des Versuches vollständig oder nahezu vollständig verschwand. »Wo unter den Glocken kein Toluol oder Chloroform vorhanden war — wenn die Versuchsobjekte noch vor Ende der Stärkeabscheidungsperiode benutzt wurden — verminderte sich die Menge der Stärke keineswegs; öfters vergrößerte sie sich im Gegenteil bedeutend, was besonders klar in der Rinde nachzuweisen war«. Das Holz gab keine so prägnanten Resultate, da darin auch in den Toluol- und Chloroformobjekten die Stärke niemals vollständig verschwand, doch kam es auch hier bei den Narkotikaobjekten zu einer »gewissen Abnahme«.

Gleichzeitig mit der Stärkelösung findet eine deutliche Zuckeranhäufung in der Rinde der narkotisierten Versuchsobjekte statt, wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist (319):

	Anfangs	Unter den Glocken gehalten		
		Kontrolle	Toluol	Chloroform
Rinde genommen	30 *g*	je 20 *g*		
	g	*g*	*g*	*g*
Zucker gefunden	0·327	0·209	0·447	0·334
Zuckermenge in 100 *g* Rinde	1·09	1·05	2·24	1·67

Nach Butkewitsch's Meinung spricht die in der Tabelle klar hervortretende Zuckeranhäufung gegen die von Puriewitsch geäußerte, oben (p. 1189) wiedergegebene Ansicht von dem gesteigerten Verbrauche der Produkte der Stärkeumwandlung bei der Atmung. Damit kommt Butkewitsch (320) aber zu der Anschauung, »daß die Wirkung des Toluols und Chloroforms in der Unterdrückung der diese Verwandlung aufrecht erhaltenden Tätigkeit der stärkebildenden Plastiden bestehen müsse«.

Das ist aber, im Grunde genommen, die von Johannsen (II., 1902, 110; III., 1906, 42) vertretene Ansicht von der selek-

tiven Wirkung der Narkotika auf die Hydrolysierungprozesse in reifenden oder keimenden Reserveorganen.

Nach Johannsen's Meinung (II., 1902, 110) gehen in Samen, Knospen, Knollen etc. zweierlei Prozesse vor sich, die der Hydrolisierung *(H)* und die der Kondensation *(K)*, und zwar sind diese bei der Reifung, jene bei der Keimung überwiegend. Drücken wir Johannsen's Gedankengang in mathematischen Zeichen aus, so wäre in dem ersten Falle $H < K$, im zweiten $H > K$. Nur dann, wenn zwischen H und K das Ungleichheitszeichen zu setzen ist, vermögen Äther und Chloroform verändernd in den Verlauf der chemischen Prozesse einzugreifen, und zwar in der Weise, daß sie die Kondensationsprozesse hemmen, die Hydrolysierungsvorgänge aber glatt verlaufen lassen. Dadurch muß es notgedrungen zu einer solchen Häufung der Hydrolysierungsprodukte kommen, daß durch den veränderten Stoffwechsel im interessantesten Fall ein vorzeitiges Treiben erfolgt — Johannsen's Frühtreiberei.

Indem nun noch erwähnt sein mag, daß die Ätherbehandlung Johannsen auch jene Periode in der sogenannten Ruhe kennen gelehrt hat, in der selbst Äther nicht mehr verändernd auf den Stoffwechel wirkt, in der also nach dem Obigen folgerichtig $H = R$ sein müßte — Mittelruhe nannte Johannsen diese Spanne Zeit — sei aus später zu erörternden Gründen an dieser Stelle auch auf jene Arbeiten verwiesen, die geradezu beweisen, daß die Chloroplasten in Narkotikaatmosphäre die Fähigkeit verlieren, Stärke abzuscheiden, selbst wenn sie direkt auf Zuckerlösung zu liegen kommen. So haben Puriewitsch (II., 1898) und Winkler (1898, 530) nachgewiesen, daß »durch Äther und Chloroform wie die Assimilationstätigkeit, so auch die Stärkebildung bei reichlichster Zuckerzufuhr unterdrückt« wird (Winkler, 530).

In eingehender Weise widmeten sich dieser Frage auch Reinhard und Suschkoff (1905, 133), die Chininsulfat (136), Koffein (138), Antipyrin, Morphium (139) und Äther (145) in ihrer Wirkung auf die Stärkespeicherung aus Zucker überprüften. Danach sollen Antipyrin, salzsaures Morphin und Koffein in den gewählten Konzentrationen die Stärkebildung begünstigen, dagegen der Äther nicht nur jede Ansammlung

von Stärke verhindern, sondern noch deren Auflösung befördern (145). Die gleiche Erfahrung machte Butkewitsch (II., 1908, 320) mit Toluol und Chloroform. »Unter einer Glocke mit Toluol konnte keine Stärkeabscheidung beobachtet werden; sie konnte auch nicht in denjenigen Fällen beobachtet werden, wo die Rinde in eine zehnprozentige Glukoselösung gelegt wurde.« »Ohne Toluol und Chloroform waren in der Rinde am dritten und vierten Tage nach der Übertragung ins Zimmer bedeutende Stärkemengen abgelagert, wobei die Glukoselösung eine ganz deutliche Wirkung erkennen ließ.«

Nach dieser scheinbaren Abschweifung vom eigentlichen Thema sei an den Nachweis erinnert (V. Grafe und E. Vieser, 1909, 431), daß gasförmig gebotenen reinen Formaldehyd Bohnenkeimlinge nicht nur in nicht unerheblichen Quantitäten — bis zu 1·3 Volumprozent — vertragen, sondern ihn auch in den Bereich ihres Stoffwechsels ziehen und zum Aufbau der Trockensubstanz verwerten. Untersucht man aber nach neueren Untersuchungen (V. Grafe, I., 1911, 24; II., III., 1911) die zweifellos im Wachstum geförderten Versuchsobjekte auf Stärke, so findet man keine oder fast keine Stärke, dagegen läßt sich gegenüber den Kontrollpflanzen eine sehr erhebliche Zuckermenge nachweisen.

»Die folgenden Zahlen beziehen sich auf den Gehalt an reduzierendem Zucker in 10 cm^3 der betreffenden Flüssigkeit und sind stets für dasselbe Trockengewicht berechnet.

	Formaldehydpflanzen	Normalkultur
Versuch vom 4. Dezember 1910...	38·5 *mg*	18 *mg*
» » 27. » 1910...	29·3	8
» » 11. Jänner 1911.....	42	19
» » 25. » 1911.....	33	13«

1911 zeigte Deleano (1911, 166), daß Blatthälften mit chloroformierten Stielen schneller entstärkt werden als die Kontrollblatthälften ohne Chloroform. Danach wäre es also möglich, sogar an den Hälften desselben Blattes zu zeigen, daß in narkotisierten Organteilen die hydrolytischen Prozesse rascher vor sich gehen als in den entsprechenden Kontrollhälften, wobei überdies nicht einmal eine Gesamtnarkose dieser

Organteile nötig wäre, sondern es vielmehr genügte, an einer entfernten Stelle, dem Blattstiele, die Narkose einsetzen zu lassen, um in der Lamina den Effekt zu erzeugen.

Was endlich die Arbeit Hempel's (1911, 213) anlangt, so stellt sie eine sehr sorgfältige Überprüfung jener strittigen Punkte in unserer Frage vor, die sich in den Ergebnissen der Ätherversuche Johannsen's (I., 1897) und Zaleski's (I., 1900, 292) einstellten und sucht auch noch den Zusammenhang zwischen chemischer Narkotikawirkung und Atmung zu beantworten, auf den, wie wir oben sahen (p. 1189), insbesondere Puriewitsch (II., 1898) hingewiesen hat, den aber Butkewitsch (II., 1908, 319) entschieden in Abrede stellt.

Das uns hier vornehmlich interessierende Resultat (272 [60]) ist die neuerliche Feststellung der Tatsache, daß in Ätheratmosphäre sowohl eine Förderung wie eine Hemmung der Zucker- und Aminosäureproduktion vorkommen kann, je nach der verwendeten Konzentration des Stoffes und der Dauer, in der man den Äther einwirken läßt. Trägt man z. B. die in Betracht kommenden Konzentrationen auf die Abszissenachse eines Koordinatensystems und die erhaltenen Zuckermengen, beziehungsweise die Mengen der Amidoverbindungen auf dessen Ordinatenachse auf, so erhält man eine gebogene Linie, die in ihrem ersten Teile der Sinuslinie nicht unähnlich ist und die uns zwei scharfe Phasen abgrenzt, eine, bei der der Bogen über, und eine, bei der der Bogen unter der Abszissenachse liegt. Die erste Phase bezieht sich auf geringe Ätherkonzentrationen und zeigt uns die schon von Johannsen (I., 1897) nachgewiesene auffallende Förderung der Zucker- und Aminosäureproduktion. Die zweite Phase vergegenwärtigt die Minuswerte, das Zurückbleiben der Zucker- und Aminosäurenproduktion bei stärkeren Ätherdosen, die aber noch nicht tötend wirken und bei zu langer Äthernarkose. Mit Konzentrationen dieser Art dürfte vielleicht Zaleski (I., 1900, 292) gearbeitet haben. Theoretisch muß es somit einen Punkt geben, wo beide Mengen, die der ätherisierten und die der nicht ätherisierten Objekte, einander gleich sind, — der erste Schnittpunkt der Kurve mit der Abszissenachse. Steigert man endlich die Ätherdosen noch weiter, so tritt neuerlich Überproduktion von Zucker und

Amidoverbindungen ein, die nun bis zum Tode fortläuft — es handelt sich dabei nach Hempel's Meinung (273 [61]) um die durch zu starke Ätherdosen eingeleiteten Zersetzungsvorgänge in den narkotisierten Pflanzen.

Danach stimmen also Hempel's Versuche im wesentlichen mit denen Johannsen's aus dem Jahre 1897 überein. Auch sie betonen die wesentliche Bedeutung der Konzentration. Eine Differenz zeigt sich nur in der Wirkung der niedersten Konzentrationen, die Johannsen für hemmend ansieht, während nach Hempel die Ätherwirkung auch in den minimalsten Dosen sofort mit einer, wenn auch minimalen Förderung der hydrolytischen Prozesse einsetzt. Man könnte sich die Differenz der beiden Autoren am besten vergegenwärtigen, wenn man Hempel's Kurve etwa um 1 *mm* im Koordinatensystem abwärts verschieben würde. Auf die Art erhielte man den ersten Teil der Kurve Johannsen's, die aber nicht mehr zur Abszissenachse absteigen würde, sondern sanft aufwärts anstiege, da Johannsen Hempel's zweite Phase entgangen war.

Überblicken wir die besprochene, recht reichhaltige Literatur unseres Gebietes, so können wir feststellen, daß die Experimentatoren nach den Versuchsergebnissen drei Gruppen bilden, von denen sich die der ersten für, die der zweiten gegen eine Häufung des Zuckers und der Amidoverbindungen aussprechen, während die der dritten eine vermittelnde Stellung einnehmen.

Man kann dieses Resumé in Tabellenform wiedergeben, wobei die unter oder neben dem Autornamen stehenden Klammerausdrücke die Narkotika bezeichnen, mit denen sie ihre Erfahrungen gesammelt haben. Dabei dürfte eine Paralleltabelle über die Stellung der Forscher zur Frage der Stärkebildung in der Atmosphäre der Narkotika den raschen Einblick in die uns interessierende Frage noch wesentlich erleichtern.

Schon ein flüchtiger Blick auf die folgende Tabelle belehrt uns, daß die Mehrzahl der Autoren darin miteinander übereinstimmen, daß Narkotika auf die Zucker-, beziehungsweise Aminosäureproduktion sehr häufig stark fördernd einwirken. Nur Czapek, dessen Ergebnisse von Deleano entschieden bestritten werden, und Zaleski stellten eine deutliche

Hemmung fest. Dagegen betonten drei Autoren, Johannsen, Leschtsch und Hempel, die einschneidende Bedeutung der Konzentration des verwendeten Narkotikums. Es ist darum höchstwahrscheinlich, daß, wie das schon p. 1196 betont wurde, die verwendete Konzentration des Äthers Zaleski's abweichende Befunde erklärt. Wir können daher als sicherstehendes Resultat hervorheben, daß die verwendeten Narkotika in bestimmten Konzentrationen fördernd auf die hydrolytischen Prozesse zu wirken vermögen, womit ohne weiteres die seinerzeit (Oswald Richter, V., 1908, 106) beobachteten Erscheinungen der Turgorsteigerung und deren Folgen, wie Zerreißen, Zerplatzen usf. eine sinngemäße Erklärung finden.

Diese Befunde verhalten sich zu den Beobachtungen von Puriewitsch, Winkler, Reinhard, Suschkoff und Butkewitsch an Chromatophoren etwa so wie das Bild zum Spiegelbilde. Wir sehen, daß in voller Übereinstimmung mit dem oben Gesagten Chloroplasten, selbst wenn sie auf Zucker liegen, in der Narkose die Fähigkeit verlieren, aus Zucker Stärke zu bilden, ja, daß sie vielmehr, wenn sie Stärke besaßen, sie auch noch auflösen. Dieser Tatsache tuen gewiß die Befunde mit Antipyrin, salzsaurem Morphin und Koffein keinen Eintrag, da man sagen kann, daß in diesen Experimenten vielleicht noch nicht jene Konzentration in Anwendung kam, die hemmend auf die Stärkebildung gewirkt hätte.

Ungemein auffallend ist die geringe Auswahl an Narkotika, die bei sämtlichen angeführten Untersuchungen benützt wurden. Unter ihnen stehen naturgemäß Äther und Chloroform obenan, die übrigen Stoffe, wie Koffein, Terpentin, Morphium, Leuchtgas, Laboratoriumsluft u. a. sind in der Liste nur einmal oder höchstens zweimal vertreten.

Erläuterung zur Tabelle.

Ä = Äther.	*s n* = sehr niedrige Konzentration.
Cl = Chloroform.	*m st* = mittelstarke »
Lg = Leuchtgas.	*st* = starke »
Lg sp = Leuchtgasspuren.	*stä* = stärkst ertragbare »
LL = Laboratoriumsluft.	*t* = tötende »

Die Narkotika wirken			
auf die Stärkebildung		auf die Zucker- und Aminosäureproduktion	
fördernd	hemmend	fördernd	hemmend
Reinhard u. Suschkoff (1905) [Antipyrin, salzsaures Morphin, Koffein].	Puriewitsch (1898) [*A*; *Cl*].	Johannsen (I., 1897) [*A*; *m st*; *st*; *stä*; *t*].	Johannsen (I., 1897) [*A*; *s n*].
	Winkler (1898) [*A*; *Cl*].	Johannsen (II., 1902) [*Cl*].	Czapek (1897) [*Cl*].
	Reinhard und Suschkoff (1905) [*A*]. *A* wirkt auch fördernd auf die Stärkelösung.	Puriewitsch (II., 1898) [*A*].	
		Zaleski (I., 1900) [Koffein].	Zaleski (I., 1900) [*A*].
		Bertel (1902) [*Cl*].	
	Butkewitsch (1908) [*Cl*; Toluol].	Leschtsch (1903) [Terpentin; *s n*].	Leschtsch (1903) [Terpentin; *st*].
		Prianischnikow (II., 1904) [*Lg sp* der *LL*].	
		Butkewitsch (1908) [*Cl*; Toluol].	
		Oswald Richter (1908) [*LL*, *Lg*].	
		Grafe u. Vieser (1909); Grafe (1911) [Formaldehyd].	
		Deleano (1911) [*Cl*].	
		Hempel (1911) [*A*; *m st*; *st*; *t*]	Hempel (1911) [*A*; *stä*].

Analysieren wir nun auch noch die Begriffe, wie Leuchtgas oder Laboratoriumsluft, so müssen wir überdies zugeben, daß sie etwas komplex sind und daß es somit sehr wünschenswert war, die eigentlich verantwortlichen Komponenten dieser Gasgemische kennen zu lernen.[1] Auch war nachzusehen, ob nicht noch andere Narkotika, den Begriff im Sinne Overton's und H. Meyer's genommen, in chemischer Beziehung ein analoges Verhalten zeigen würden, wie die bereits untersuchten.

Auch erscheint es auffallend, daß sich alle Autoren auf die Frage nach dem Verhalten des Zuckers und der Aminosäuren beschränkten und niemand den Versuch machte, ob nicht vielleicht auch andere Verbindungen, etwa Fettsäuren oder Glycerin, die doch speziell bei der Fettsynthese fetthaltiger Samen eine so große Rolle spielen (vgl. die neueste Arbeit über dieses Thema von Iwanow, 1911, 595), sich unter dem Einflusse der Narkotika ähnlich verhalten wie Zucker und Aminosäuren. Ein solcher Gedanke war um so lockender, als gerade Keimlinge von Fettsamen, wie die des Kürbis, durch Zerplatzen, Kernverschmelzungen usf. in ganz hervorragender Art auf den Narkotikaeinfluß reagieren.

Endlich war noch daran zu denken, daß, wie dies schon von Butkewitsch (II., 1908) für Chloroform und Toluol gezeigt wurde, die Fermentwirkungen in exquisiter Weise durch Narkotika der verschiedensten Art beeinflußt würden.

Damit habe ich auch die wichtigsten Punkte berührt, die uns bei der Bearbeitung des vorliegenden Themas interessierten und noch gefesselt halten. Bei der Bewältigung der gestellten Fragen fiel mir naturgemäß der physiologische, Kollegen Grafe der chemische Teil der Arbeit zu.

Die Wahl gerade des Acetylens als Narkotikum war historisch begründet. Hat ja doch Neljubow (1901, 8) unter den in Laboratoriumsluft vorkommenden Stoffen gerade auf dieses Gas als auf eines der wirksamsten hingewiesen, das besser als alle anderen die horizontale Nutation der Erbsen, Linsen und Wicken beeinflußt.

[1] So vermutet z. B. Prianischnikow (II., 1904, 3) bloß, daß das Leuchtgas der Laboratoriumsluft für den chemischen Effekt verantwortlich zu machen sei. Eigene Versuche mit Leuchtgas stellte er nicht an.

Eigene Versuche.

Versuche mit Keimlingen.

Einleitende Bemerkungen.

Die Versuchsanstellung wurde möglichst der in den beiden Arbeiten (Oswald Richter, I., 1903, 180; II., 1906 [266], 2) beschriebenen angepaßt. Dabei erwies es sich als vollkommen verfehlt, in der Sorge um recht zahlreiches Analysenmaterial zwei bis drei mit Samen dicht belegte gläserne Keimschalen unter eine Glocke zusammenzudrängen, da unter diesen Bedingungen anscheinend O-Not jedes energische Wachstum verhindert. Die Erfahrung lehrte, daß bei großen Samen je eine Schale für reine Luft und Acetylen völlig genügte.

Die Versuchsvorbereitung.

Die Samen wurden 6 bis 12 Stunden in einer flachen Krystallisierschale quellen gelassen, worauf sie in mit frischem weißen Filtrierpapier ausgekleidete Krystallisierschalen ausgelegt, befeuchtet und im Warmhaus in *rL* [1] unter Dunkelsturz zum Keimen gebracht wurden. Aus der großen Menge der mehr minder ungleichmäßig gekeimten Samen wurden nun nach Erreichung einer Wurzellänge von rund 1 *cm* bei Erbsen und Wicken, rund $1^1/_2$ *cm* bei *Cucurbita Pepo*, die Samen gleichen Entwicklungsstadiums in neue mit neuem weißen Filtrierpapier ausgelegte Krystallisierschalen übertragen, mit feuchtem Filtrierpapier bedeckt und, neuerlich ins Dunkle gestellt, bis zu der in den Protokollen angegebenen Länge austreiben gelassen, worauf je eine oder je zwei Schalen mit völlig gleichwertigem Material für die *rL*-, beziehungsweise die *A*-Atmosphäre beim Versuche verwendet wurden.

Bei Senf- und Leinsamen vereinfachte sich die Vorbehandlung insoferne wesentlich, als im Hinblick auf die Verschleimung der Samenschale ein Vorquellen zweckmäßig unterblieb und die Samen somit gleich auf die definitiven Versuchskrystallisierschalen ausgelegt wurden.

Die benützten Glocken hatten einen Fassungsraum von 13 *l*. Anfangs wurden sie mit weißem Filtrierpapier ausgekleidet und innen völlig befeuchtet. Da aber trotzdem nicht selten bei den angewandten Temperaturen die Filtrierpapiere, auf denen die Samen lagen, völlig abtrockneten, wurde mit weit mehr Erfolg für die Feuchthaltung des Keimlingsmaterials direkt über die Keimlinge ein befeuchtetes weißes Filtrierpapier gelegt.

Die Versuchsanstellung.

Auf zwei Keimschalen von rund 35 *cm* Durchmesser wurde Leitungswasser gegeben, darein die oben beschriebenen Krystallisierschalen mit den Keimlingen gestellt — je nach der Größe der Samen je eine oder je zwei — die

[1] *rL* = reine Luft, *A* = Acetylen.

nun ihrerseits wieder von den 13 *l* fassenden Glocken überstülpt wurden. Den *A*-Glocken wurde nun etwa jeden Tag die in den Protokollen verzeichneten *A*-Mengen zugesetzt. Da nun mit der *A*-Zugabe notgedrungen eine Lüftung der *A*-Glocken verbunden war, wurde jedesmal anschließend an diese Prozedur die *rL*-Glocke auf ihrer mit Wasser abgeschlossenen Keimschale von der Stelle, wo der Versuch stand, z. B. aus dem dunklen Thermostaten ins Glashaus übertragen, dort gelüftet und mit der frisch gefaßten *rL* an die alte Stelle zurückgestellt.

Der Versuchsschluß.

Vor der Beendigung des Versuches erfolgte die Messung der längsten und kürzesten Keimlinge, wie das auch aus den Protokollen hervorgeht, womit die Wägung beginnen konnte.

Versuche mit Knollen und Trieben.

Bei den Versuchen mit Kartoffelknollen wurden in Sand oder Erde in der Einzahl eingesetzte Knollen verwendet und mit Glocken von 4·2 *l* Fassungsraum überstülpt und, auf Glasschälchen stehend, mit H_2O abgeschlossen. Zur Analyse genügt eine Knolle samt Sprossen auch zur getrennten Analyse der Organe. Bei der Vorbereitung des Versuches wurde selbstverständlich möglichst auf Gleichalterigkeit, gleiche Länge und gleiches Aussehen der Versuchsobjekte Gewicht gelegt.

In allen Fällen endlich, wo Licht- und Dunkelversuche in Szene gesetzt wurden, standen sämtliche Versuchsobjekte nebeneinander im Versuchsraume des pflanzenphysiologischen Institutes der Wiener Universität, die Lichtversuche bloß mit Glasglocken, die Dunkelversuche überdies mit Zinkdunkelstürzen bedeckt.

Damit kann ich, indem ich bezüglich weiterer Details auf meine im Anhange mitgeteilten Protokolle und V. Grafe's Tabelle über die chemischen Analysen verweise, Kollegen Grafe das Wort überlassen.

Zweiter Teil.

Methodik der chemischen Untersuchung.

Das zu den Versuchen verwendete Acetylen wurde in folgender Weise entwickelt: Ein Rundkolben wird mit einem Kautschukstöpsel mit doppelter Bohrung versehen, in deren einer ein mit Wasser beschickter Tropftrichter, in deren anderer ein rechtwinkeliges, durch einen Kautschukschlauch mit einer

Waschflasche verbundenes Glasrohr steckte. Diese war mit salzsaurer Sublimatlösung beschickt. Der Kolben wurde vor jedem Versuche mit einigen Stücken käuflichen Calciumcarbids versehen und durch Auftropfen von Wasser ein Acetylengasstrom entwickelt. Das gewaschene Gas wurde unter Wasser in geeichten Eprouvetten aufgefangen.

Die chemische Untersuchung des Pflanzenmaterials wurde folgendermaßen durchgeführt:

1. Auf Zucker. Das Material wurde nach Abtrocknen mit Filtrierpapier gewogen (Lebendgewicht) und dann mit der Schere gröblich zerkleinert, hierauf in gewogenen gläsernen Uhrschalen in den Trockenschrank gebracht und unter allmählicher Steigerung der Temperatur mehrere Stunden bei 100° C. getrocknet. Die gepulverte, staubtrockene, gewogene (Trockengewicht) Pflanzenmenge im Rundkolben mit stets gleichbleibenden Mengen Flüssigkeit unter Verwendung eines Rückflußrohres mit 50prozentigem Alkohol am Wasserbade 3 Stunden extrahiert, die kalten, braun gefärbten Extrakte mit Bleizucker von Eiweiß und anderen Verunreinigungen befreit und nach 24stündigem Stehen über eine mit ausgeglühter Kohle belegte Nutsche abgesogen, wobei durch Hinzufügung von Essigsäure für die Vermeidung von Verlusten bei dieser Filtration gesorgt wurde. Im klaren, wenig gefärbten Filtrate wurde nunmehr durch Schwefelsäure das Blei ausgefällt und die vom Bleisulfat abfiltrierte Flüssigkeit am Wasserbade behufs Hydrolyse längere Zeit erwärmt. Nunmehr wurde dieselbe im Meßkolben auf ein bestimmtes Volumen gebracht und in je 10 cm^3 der Zucker nach der Methode von J. Bang[1] durch Titration mit Rhodankali bestimmt.

2. Auf Aminosäuren. Die in der vorbeschriebenen Art und Weise getrockneten und zerkleinerten Pflanzenteile wurden mit Wasser durch eine halbe Stunde am schwach siedenden Wasserbade ausgezogen, die Extrakte durch Zusatz von zehnprozentiger Tanninlösung von Proteinstoffen befreit, die dadurch erzeugten Niederschläge nach 24stündigem Stehen durch Zu-

[1] J. Bang, Zur Methode der Zuckerbestimmung. Biochem. Zeitschrift. Bd. 2, p. 271 (1906).

satz einiger Tropfen Bleiacetatlösung zum leichteren Absaugen gebracht. Den Filtraten wurde pro 100 cm^3 je 10 cm^3 konzentrierter Salzsäure zugesetzt und nunmehr zwecks Zersetzung der Aminosäuren am Rückflußkühler 2 Stunden lang gekocht, worauf die Flüssigkeit nach dem Erkalten mit Natronlauge annähernd neutralisiert und dann unter Zusatz von gebrannter Magnesia der Destillation im Vakuum unterworfen wurde. Das im Vakuum bei einer Temperatur von 40° übergehende Ammoniak wurde in 50 cm^3 genau eingestellter zehntelnormaler H_2SO_4 aufgefangen und der Schwefelsäure-Überschuß durch zehntelnormale KOH zurücktitriert. Zur Destillation wurde der bewährte, von E. Schulze und E. Winterstein beschriebene,[1] leider sehr gebrechliche Apparat verwendet. Asparagin und Glutamin gehen bekanntlich bei der Behandlung mit verdünnter Säure unter Wasseraufnahme nach den Gleichungen

$$\underset{\text{Asparagin}}{C_2H_3NH_2\begin{cases}CONH_2\\COOH\end{cases}} + H_2O = \underset{\text{Asparaginsäure}}{C_2H_3NH_2\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases}} + NH_3,$$

respektive

$$\underset{\text{Glutamin}}{C_3H_5NH_2\begin{cases}CONH_2\\COOH\end{cases}} + H_2O = \underset{\text{Glutaminsäure}}{C_3H_5NH_2\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases}} + NH_3$$

in Asparaginsäure, respektive Glutaminsäure und Ammoniak über, wobei 132 Teile Asparagin 17 Teile Ammoniak ergibt, welche Quantität Ammoniak von 146 Teilen Glutamin geliefert wird. Das in den Versuchen gefundene Ammoniakquantum wurde unter Vernachlässigung der vielleicht vorhandenen, ebenfalls Ammoniak liefernden Allantoinspuren auf Asparagin berechnet.

3. Fett. Hier wurde aus dem getrockneten Pflanzenmaterial nicht nur das Fett im chemischen Sinne, sondern die

---

[1] E. Schulze und E. Winterstein in E. Abderhalden's Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, II. Band, p. 527. Urban & Schwarzenberg, Wien 1910.

Gesamtmenge der in Äther löslichen Stoffe ausgezogen. Das Material wurde zunächst mit Alkohol wiederholt ausgekocht, die ausgekochte Masse gut abgepreßt, bei niedriger Temperatur getrocknet und im Soxhletapparat mit Äther extrahiert; vom alkoholischen Auszug wurde der Alkohol möglichst abdestilliert und die wässerig-alkoholische Lösung gründlich mit Äther geschüttelt. Die im Scheidetrichter abgetrennte Ätherlösung wurde nun noch mit kleinen Mengen Wasser geschüttelt, um Zucker, Dextrine etc. abzuscheiden, durch ein trockenes Filter filtriert und mit dem Soxhletextrakte vereinigt. Der Rückstand nach Abdestillieren des Äthers wurde gewogen und als »Gesamtfett« bezeichnet.

Zur Bestimmung der Fettsäuren, welche sich in einigen Versuchen als notwendig erwies, wurde das Gesamtfett in einem neutralen Gemische von zwei Teilen Äther und einem Teil Alkohol gelöst und gegen zehntelnormale wässerige KOH unter Verwendung von Phenolphtalein als Indikator titriert.

Zur Bestimmung des Glycerins, welches aus dem Fett, etwa durch Lipasespaltung entstanden sein konnte, wurde zunächst das getrocknete Pflanzenmaterial mit sorgfältig gereinigtem Äther zur Entfernung des Fettes extrahiert, der Rückstand auf dem Wasserbade wiederholt mit Alkohol ausgezogen, filtriert und das Filtrat in einem Becherglase zum Abdampfen des Alkohols aufs Wasserbad gebracht, wobei die Wände des Glases wiederholt mit kleinen Mengen Wassers abgespritzt wurden. Der Rückstand wurde im Meßkölbchen auf 25 cm^3 gebracht, 10 *g* Kalihydrat und hierauf in der Kälte unter Schütteln 30 cm^3 einer fünfprozentigen $KMnO_4$-Lösung zugefügt. Nach einer halben Stunde Stehens bei gewöhnlicher Temperatur wurde H_2O_2 zugesetzt, bis die Flüssigkeit über dem Niederschlag farblos erschien, auf 1000 cm^3 aufgefüllt und davon 500 cm^3 durch ein trockenes Filter filtriert. Das Filtrat wurde eine halbe Stunde erhitzt, um alles H_2O_2 zu zerstören, auf 60° abgekühlt, mit Schwefelsäure angesäuert und die entstandene Oxalsäure mit normaler $KMnO_4$-Lösung titriert.[1] Da 1 Molekül

[1] Benedikt-Zsigmondy'sches Verfahren in der Modifikation von C. Mangold, Zeitschrift für analyt. Chemie, Bd. 31, p. 718 (1892).

Glycerin genau 1 Molekül Oxalsäure und 1 Molekül Kohlensäure liefert, wenn man es in stark alkalischer Lösung mit Permanganat oxydiert:

$$C_3H_8O_3 + 3O_2 = C_2H_2O_4 + CO_2 + 2H_2O,$$

und da ferner 1000 *cm*³ normale $KMnO_4$ 45·008 *g* Oxalsäure entsprechen, so sind damit die Daten für die quantitative Bestimmung des Glycerins gegeben.

Die Ergebnisse der Analysen mögen in der beigegebenen Tabelle I nachgesehen werden.

Zusammenfassung.

1. Das Acetylen ist in ganz hervorragender Weise zu Studien über den Einfluß von Narkotika[1] auf die chemische Zusammensetzung von Pflanzen geeignet.

2. Es findet bei den in Anwendung gebrachten Konzentrationen 0·038, 0·046, 0·076, 0·19, 0·2, 0·29 und 0·69 Volumprozent pro Tag, und zwar um so besser, je höher die gewählte Konzentration war, bei kohlehydrathältigen Objekten, wie Erbsen, den vorzüglich verwendeten Versuchspflanzen, Wicken (*Vicia sativa* und *V. villosa*), Linsen und Kartoffeln (Knollen und Triebe) eine mehr minder starke Anhäufung von Zucker- und Amidoverbindungen gegenüber den Kontrollpflanzen statt, ein Unterschied, der bei Keimpflanzen von fetthaltigen Samen, wie denen von Kürbis und Senf, nicht zu bemerken ist. Ja, es zeigt sich sogar in den Reine-Luft-Keimlingen dieser Samen ein geringer Überschuß an Zucker- und Amidoverbindungen gegenüber den Versuchspflanzen in Acetylenatmosphäre.

3. Auf Grund eingehender, den Keimlingen von Kürbis, Senf und Lein gewidmeten Untersuchungen wurde eine bisher anscheinend bei Narkoseuntersuchungen noch nicht beobachtete, nicht unbedeutende, vielleicht auch für die Theorie der Narkose wichtige Anreicherung von Glycerin und eine Speicherung von Fettsäuren nachgewiesen. In einem bestimmten Falle, in einem

[1] Die Bezeichnung im Sinne von Overton und H. Meyer genommen.

Experiment mit Senfsamen, verhielten sich die Glycerinmengen in Keimlingen der reinen Luft zu denen der in Acetylenatmosphäre sogar wie 3·15% : 4·98% und die Säurezahlen pro 100 *g* Trockensubstanz wie 28·55 : 45·83.

4. Die besprochenen Differenzen in dem Zucker-, Amidoverbindungen-, Fettsäuren- und Glyceringehalte finden sich nicht nur bei gleich alten, sondern auch bei gleich langen Keimlingen. Die Differenz in der Zusammensetzung kommt daher nicht etwa gewissermaßen indirekt zustande dadurch, daß man zurückgebliebene mit weit entwickelten Pflanzen vergleicht, sondern sie ist zweifellos als solche vorhanden, ein Moment, das bei chemischen Analysen analoger Art bisher nie Berücksichtigung fand.

5. Die gleichen Ergebnisse wurden bei absichtlichem Leuchtgaszusatz erzielt, so daß man sagen kann, es habe bei den Befunden Prianischnikow's mit Laboratoriumsluft und den vorliegenden mit Leuchtgas das Acetylen einen sehr gewichtigen Anteil an dem Ausfall der Experimente.

6. Die Differenzen im Gehalt an Zucker und Aminosäuren in den Narkotika- und Reine-Luft-Pflanzen ließen sich ohne weiteres im Anschluß an Johannsen's Auffassung erklären, indem man annimmt, daß das Acetylen wohl imstande ist, die Kondensationsprozesse zu hemmen, die Hydrolysierungsprozesse aber unter den gegebenen Verhältnissen nicht zu beeinflussen vermag.

Der Versuch, diese Auffassung auch auf unseren Befund an Fettsamen auszudehnen, würde etwa, eine weitere Bestätigung durch andere Versuche vorausgesetzt, die folgenden Relationen ergeben:

In Acetylenatmosphäre wurden mehr Glycerin, mehr Fettsäuren,	In reiner Luft wurden mehr Zucker, mehr Fett, mehr Amidoverbindungen,
dagegen weniger Zucker, weniger Fett und weniger Amidoverbindungen	dagegen weniger Glycerin und weniger Fettsäuren

nachgewiesen als	nachgewiesen als
in den Kontrollpflanzen in reiner Luft.	in den Acetylenpflanzen.

Da aus Glycerin Zucker, aus Fettsäuren in Verbindung mit Glycerin Fett entstehen kann, andrerseits Glycerin in engem Zusammenhange mit den Kohlehydraten steht (siehe Iwanow, 1911), so dürfte dem Gedankengange kaum etwas im Wege stehen, daß das Acetylen die Synthese des Glycerins zu Zucker oder die des Glycerins in Verbindung mit Fettsäuren zu Fett unterdrückt, während es den Abbau der Stärke und des Zuckers zu Glycerin und ähnlichen Verbindungen ungestört vor sich gehen läßt. Damit haben wir aber im vorliegenden Fall eine ganz neue Illustration der Johannsen'schen Ansicht vor uns.

7. Die Differenzen in der chemischen Zusammensetzung, die in ziemlich gleicher Weise im Lichte und im Dunkeln wahrgenommen werden können, machen die beobachteten physiologischen und habituellen Unterschiede der Narkotika- und Reine-Luft-Pflanzen, wie die enorme Turgorsteigerung, das Zerplatzen und Zerreißen der Keimlinge, ihre Hemmung im Längen- und ihre Förderung im Dickenwachstum u. a. m. begreiflich.

Über die Fermentfrage und die Wirkung anderer Narkotika als Acetylen soll in einer zweiten Mitteilung berichtet werden.

Literatur.

Bang J.: Zur Methode der Zuckerbestimmung. Biochem. Zeitschrift, Bd. 2, p. 271 (1906).

Bertel R.: Über Tyrosinabbau in Keimpflanzen. Ber. d. d. bot. Ges. 1902, Bd. XX, p. 454.

Borodin J.: Über die physiologische Rolle und die Verbreitung des Asparagins im Pflanzenreiche. Botanische Zeitung, 1878, 36. Jahrg., Nr. 51, 52, p. 801 und 817.

Butkewitsch W.: I. Über das Vorkommen proteolytischer Enzyme in gekeimten Samen und über ihre Wirkung. II. vorl. Mitt. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1900. Bd. XVIII, p. 358.

— II. Zur Frage über die Umwandlung der Stärke in den Pflanzen und über den Nachweis der amylolytischen Enzyme. Biochem. Zeitschrift. Bd. X, 1908, p. 314.

Czapek Fr.: Über die Leitungswege der organischen Baustoffe im Pflanzenkörper. Sitzungsber. d. kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. 106, Abt. I, März 1897, p. [117] 1.

Deleano Nicolas T.: Über die Ableitung der Assimilate durch die intakten, die chloroformierten und die plasmolysierten Blattstiele der Laubblätter. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 49, 2. Heft, 1911, p. 129.

Emich F.: Über Mikrochemie, mit besonderer Berücksichtigung der Arbeiten von H. Behrens. Ber. d. d. chem. Ges., 1910, p. 28.

Grafe V.: I. Untersuchungen über das Verhalten grüner Pflanzen zu gasförmigem Formaldehyd. II. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1911, Bd. XXIX, H. 2, p. 19.

— II. Die biochemische Seite der Kohlensäure-Assimilation durch die grüne Pflanze. Biochem. Zeitschrift, 1911, Bd. 32, H. 2, p. 114.

— III. Leben und Licht. Naturw. Wochenschr. Neue Folge, Bd. X, 1911, Nr. 42, p. 657.

Grafe V. und Vieser E.: Untersuchungen über das Verhalten grüner Pflanzen zu gasförmigem Formaldehyd. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1909, Bd. XXVII, H. 7, p. 431.

Hettlinger M. A.: Influence des blessures sur la formation des matières protéiques dans les plantes. Revue générale de botanique. T. XIII, p. 248, 1901.

Hempel Jenny: Researches into the effect of etherization on plant-metabolism. Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et des Lettres de Danemark, Copenhague. 7me série, Section des Sciences, t. VI, No 6. p. 213 [1], 1911.

Johannsen W.: I *a*. Studier over Planternes periodiske Livs yttringer I. Om antagonistiske Virksomheder i Stofskiftet särlig under Modning og Hoile. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. 6. Räkke, naturw. og math. Afdeling VIII. 5. p. 275—394, 1897.

— I *b*. Über antagonistische Wirkungen im Stoffwechsel, besonders während der Reife und Ruhe. Ref. zu I *a*. Just's Bot. Jahresb., 25. Jahrg., 1897, p. 143.

— II. Über Rausch und Betäubung der Pflanzen. Naturw. Wochenschrift. Neue Folge, Bd. II, d. ganz. Reihe XVIII. Bd., Nr. 9, 30. Nov. 1902, p. 97.

— III. Das Ätherverfahren beim Frühtreiben. II. Aufl. Jena 1906. Verlag von Gust. Fischer.

Iwanow S.: Über Ölsynthese unter Vermittlung der pflanzlichen Lipase. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1911, Bd. XXIX, H. 8, p. 595.

Leschtsch Marie: Über den Einfluß des Terpentinöls auf die Verwandlung der Eiweißstoffe in den Pflanzen. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1903, Bd. XXI, p. 425.

Mangold C.: Benedikt-Zsigmondy'sches Verfahren. Zeitschrift für analyt. Chemie, Bd. 31. p. 718 (1892).

Molisch H.: Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena, Verlag von Gust. Fischer, 1892.

Morkowine M. N.: I. Recherches sur l'influence des anesthésiques sur la respiration des plantes. Revue générale de botanique 1899, T. XI, p. 289.

— II. Recherches sur l'influence des alcaloïdes sur la respiration des plantes. Ebenda, 1901, T. XIII, p. 109.

Neljubow D.: Über die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* und einiger anderer Pflanzen (vorl. Mitt.). Beih. z. Botan. Zentralbl. Bd. X, H. 3, 1901. Sep. Abdr.

Prianischnikow N.: I. Zur Frage der Asparaginbildung (vorläufige Mitteil.). Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1904, Bd. XXII, p. 35.

— II. Über die Einwirkung von 4 % Schwefelsäure auf pflanzliche Proteinstoffe und über deren Zerfall in der lebenden Pflanze. Berlin 1904. Deutscher Verlag.

Puriewitsch: I. Zur Frage über Verwandlung der Stärke in der Pflanzenzelle. Kiew 1896. (Russisch.) Zitiert nach Leschtsch.

— II. 1898. Zitiert nach Butkewitsch, II.

Reinhard und Suschkoff: Beiträge zur Stärkebildung in der Pflanze. Beih. z. bot. Zentralbl., Bd. XVIII, 1. Abt. Anatomie etc., 1905, p. 133.

Richter Oswald: I. Pflanzenwachstum und Laboratoriumsluft. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1903, Bd. XXI, H. 3, p. 180.

— II. Über den Einfluß verunreinigter Luft auf Heliotropismus und Geotropismus. Sitzungsber. d. kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. CXV, Abt. I, März 1906, p. [265] 1.

— III. Über Anthokyanbildung in ihrer Abhängigkeit von äußeren Faktoren. Med. Klinik, Jahrg. 1907, Nr. 34.

— IV. Über den Einfluß der Narkotika auf die Anatomie und die chemische Zusammensetzung von Keimlingen. Mit Demonstrationen. Verh. d. Ges. deutscher Naturforscher und Ärzte, 80. Versammlung zu Köln, 20. bis 26. September 1908. II. T., 1. Hälfte, Abt. für Bot., p. 189.

— V. Über Turgorsteigerung in der Atmosphäre von Narkotika. Mit Demonstrationen. Sonderabdruck a. d. naturw. Zeitschrift »Lotos«, Bd. 56, 1908, H. 3, p. 106.

— VI. Neuere Untersuchungen über Narkose im Pflanzenreiche. Mitteil. d. Naturw. Vereines a. d. Universität Wien. IX. Jahrg., 1911, Nr. 1, p. 14, 15.

— VII. Narkose im Pflanzenreiche. Verlag Gebr. Bornträger, Berlin 1912.

Richter Oswald: VIII. Die Fortschritte der botanischen Mikrochemie seit Zimmermann's »Botanischer Mikrotechnik«. Zeitschr. f. w. Mikroskopie u. f. mikrosk. Technik. Bd. XXII, 1905, p. 398.

Schulze E: I. Landwirtschaftliche Versuchsstationen, 1886, Bd. XXXIII, p. 118.

— II. Über Tyrosinbildung in den keimenden Samen von *Lupinus albus* und über den Abbau primärer Eiweißzersetzungsprodukte in den Keimpflanzen. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1903, Bd. XXI, p. 64.

— und Winterstein E.: In E. Abderhalden's Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, II. Bd., p. 527. Urban & Schwarzenberg, Wien 1910.

Suschkoff siehe Reinhard.

Vieser Emmy vgl. Grafe V.

Winkler H.: Untersuchungen über die Stärkebildung in den verschiedenartigen Chromatophoren. Jahrb. f. wiss. Bot., 32. Bd., 1898, 525.

Zaleski W.: I. Zur Ätherwirkung auf die Stoffumwandlung in den Pflanzen (vorläufige Mitteilung). Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1900, Bd. XVIII, H. 6, p. 292.

— II. Beiträge zur Kenntnis der Eiweißbildung in den Pflanzen. Ebenda, Jahrgang 1901, Bd. XIX, p. 331.

Tabellen.

Die chemischen Analysen.

Tabelle

Die chemischen

Versuchsnummer[1]	Versuchsmaterial	Datum	Atmosphäre	Lebendgewicht	Trockensubstanz	In 10 cm^3 verbrauchte Menge Hydroxylamin	Menge des reduzierenden Zuckers in 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz
I. Versuche mit Acetylen:								
				g	*g*		*mg*	
1	Erbsen	16. XI. 1910	*rL* *A*	55·6 42·75	18·6 13·5	34 23	14 27	1·5 3
2	Erbsen	1. II. 1911	*rL* *A*	120 111	37·5 35	26·3 14·5	22 37·5	0·59 1·04
3	Erbsen	3. II. 1911	*rL* *A*	108 112	38 35·5	31·4 15·2	17 36	0·7 1·5
4	Erbsen	6. XI. 1911	*rL* *A*	318 217	48 34	36·4 42·8	12 6·12	2·5 1·8
5	Linsen	14. II. 1911	*rL* *A*	152 178	47 60	21·5 20	30 31	0·96 0·51
6	*Vicia sativa*	25. II. 1911	*rL* *A*	43 43	10·5 12	42 21·4	6 30	0·57 2·5
7	» Dunkelvers.	6. III. 1911	*rL* *A*	80 73	28 26	29 23	19 26	0·7 1
8	*Vicia villosa*	30. III. 1911	*rL* *A*	44 43	8·6 8·6	19 16	31 35	4·32 5

[1] Die fortlaufenden Versuchsnummern der Tabelle I stimmen mit denen
Analyse verwendete Material ermöglicht wird.

Nr. I.

Analysen.

Stärke als Zucker nach der Hydrolyse. In 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz	Verbrauchte H_2SO_4	Menge der Aminosäuren auf Asparagin bez.	In Prozenten der Trockensubstanz	Ätherlösliches (Gesamtfett)	In Prozenten der Trockensubstanz	Menge des Glycerins	In Prozenten der Trockensubstanz
1. mit stärkehaltigen Objekten.								
mg		cm^3	*g*		*g*		*g*	
		5	0·136	0·75				
		16	0·435	3·22				
		6·3	0·1713	0·46				
		27·7	0·7532	2·15				
		5·4	0·148	0·39				
		26·1	0·7321	2·1				
		55·6	1·511	3·15				
		55·7	1·521	4·47				
		26·1	0·7321	1·55				
		25·2	0·7283	1·22				
		6	0·1630	1·5				
		8·7	0·2366	1·97				
		32·8	0·8921	3·1				
		33·8	0·9193	3·76				
		11	0·2992	3·48				
		14·9	0·4053	4·71				

der Tabelle II überein, womit eine sofortige Orientierung über das zur

Versuchsnummer	Versuchsmaterial	Datum	Atmosphäre	Lebendgewicht	Trockensubstanz	In 10 cm^3 verbrauchte Menge Hydroxylamin	Menge des reduzierenden Zuckers in 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz
				g	*g*		*mg*	
9	Kartoffelsprosse Dunkel	20. III. 1911	*rL*	23	6·2	5·1	50	8·33
			A	19·5	1·2	34·4	14	12·5
10	Kartoffelknolle Lichtversuch	1. VI. 1911	*rL*	49	5·2	42·75	6	2·8
			A	48	4·8	41·65	7	3·1
	Kartoffelsprosse Lichtversuch	1. VI. 1911	*rL*	16	3	35·4	13	10·8
			A	16	2·2	29·6	19	23·2
11	Kartoffelknolle Dunkelvers.	1. VI. 1911	*rL*	45	4·3	40·6	8	3·9
			A	48	6	36·4	12	5
	Kartoffelsprosse Dunkelvers.	1. VI. 1911	*rL*	17	2	38·4	10	12·6
			A	18	1·9	33·45	15	18·3
12	Kartoffelknolle Lichtversuch	2. VI. 1911	*rL*	47	4·5	41·65	7	3
			A	43	7	39·50	9	3·1
	Kartoffelsprosse Lichtversuch	2. VI. 1911	*rL*	19	2·5	37·4	10·5	10·5
			A	18	3	26	23	19·7
13	Kartoffelknolle Dunkelvers.	2. VI. 1911	*rL*	52	5	42·75	6	2·9
			A	48	3·9	41·65	7	3·5
	Kartoffelsprosse Dunkelvers.	2. VI. 1911	*rL*	19	3·5	31·5	17	12·4
			A	17·5	3·8	20·15	30	18·7
								2. mit eiweiß-
14	*Lupinus albus*	14. X. 1911	*rL*	51·2	3·7			
			A	29·3	2·3			

Stärke als Zucker nach der Hydrolyse. In 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz	Verbrauchte H_2SO_4	Menge der Aminosäuren auf Asparagin bez.	In Prozenten der Trockensubstanz	Ätherlösliches (Gesamtfett)	In Prozenten der Trockensubstanz	Menge des Glycerins	In Prozenten der Trockensubstanz	Nummer der Bemerkungen
mg		cm^3	*g*		*g*		*g*		
									.
5·1 3·8	51·2 37·8								.
									.
3·9 2·8	49·1 26								.
									.
6·8 4·2	48·5 41·2								.
									.
4 3	50 31·3								.
									.
haltigen Samen.									
		7 4·9	0·1924 0·1311	5·2 5·7					.

Versuchsnummer	Versuchsmaterial	Datum	Atmosphäre	Lebendgewicht	Trockensubstanz	In 10 cm^3 verbrauchte Menge Hydroxylamin	Menge des reduzierenden Zuckers in 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz
								3. mit fett-
				g	*g*		*mg*	
15	Kürbis	11. III. 1911	*rL*	85	9			
			A	85	7			
16		8. IV. 1911	*rL*	93	14	13·1	39	7
			A	100	12	25	24	5
17	Kürbis Dunkelv. *lK*[1]	28. IV. 1911	*rL*	126 105	11 9	34·6	14·5	7·7
			A	112 74	11 8	41·2	7·5	3·8
	kK	28. IV. 1911	*rL*	114	16	28·9	20	6·25
			A	82	8·5	32·1	16	5
18	Kürbis	19. V. 1911	*rL*	126	11			
			A	112	11			
19		6. X. 1911	*rL* *gn*²	80	5·6			
			rL *gz*	26	4·2			
			A	52	4·5			
20	Senf	30. VI. 1911	*rL*	37·5	7·3			
			A	42	4·8			
21		3. VII. 1911	*rL*	27	3·8			
			A	25	2·9			

[1] *lK* = lange Keimlinge der oberen Schalen.
kK = kurze Keimlinge der unteren Schalen.

Stärke als Zucker nach der Hydrolyse. In 10 cm^3 Extrakt.	Verbrauchte H_2SO_4	Menge der Aminosäuren auf Asparagin bez.	In Prozenten der Trockensubstanz	Ätherlösliches (Gesamtfett)	In Prozenten der Trockensubstanz	Menge des Glycerins pro 1 *g* Trockensubstanz	In Prozenten der Trockensubstanz	Für die Säurezahl verbrauchte $n/_{10}$ NaOH	Detto für 100 *g*
haltigen Samen.									
	cm^3	*g*		*g*		*g*		cm^3	cm^3
				0·9085	10·06				
				0·3517	5·02				
	12·8	0·3482	3·86	1·25	11·25				
	6·5	0·1768	2·21	0·49	4·41				
				0·49	2·94				
				0·12	1·5				
								4·092	37·2
								4·785	43·5
				0·1425	2·6			0·97	18
				0·5707	13·6			0·34	8
				0·0884	2			1·35	30
						0·0315	3·15	1·5	28·55
						0·0498	4·98	2·2	45·83
				0·0798	2·1			0·8	21
				0·0522	1·8			1·2	41·4

[2] *gn* = gleich alte, normal entwickelte Keimlinge.
gz = gleich alte, zurückgebliebene Keimlinge.

Versuchsnummer	Versuchs-material	Datum	Atmosphäre	Lebendgewicht	Trockensubstanz	In 10 cm^3 verbrauchte Menge Hydroxylamin	Menge des reduzierenden Zuckers in 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz
				g	*g*		*mg*	
22	Lein	8. I. 1912	*rL* *A*	23 21	2·1 2			
23	Lein	17. I. 1912	*rL* *A*	32 28	3·5 3			
24	Lein	7. II. 1912	*rL* *A*	36 28	5 3			
							II. Versuche	
25	Kartoffel-sprosse Lichtversuch	7. III. 1911	*rL* Leuchtgas	27 13·5	2 1	40 39·2	9 10	11·25 25
25	Kartoffel-knollen Lichtversuch	7. III. 1911	*rL* Leuchtgas	58 69	9 14	36·7 28·7	12 20	3·3 3·57
25	Kartoffel-knolle	7. III. 1911	*rL* Leuchtgas	160 170	32 35	34·7 16·8	14 34	2·27 5·05
26	Kartoffel-sprosse Dunkelvers.	7. III. 1911	*rL* Leuchtgas	27·5 22·5	2 2	25·1 13·1	24 39	12 19·5
26	Kartoffel-knollen Dunkelvers.	7. III. 1911	*rL* Leuchtgas	65 65	6 6·5	37·4 32·2	11 16	4·6 6·15

Stärke als Zucker nach der Hydrolyse. In 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz	Verbrauchte H_2SO_4	Menge der Aminosäuren auf Asparagin bez.	In Prozenten der Trockensubstanz	Ätherlösliches (Gesamtfett)	In Prozenten der Trockensubstanz	Menge des Glycerins pro 1 *g* Trockensubstanz	Für die Säurezahl verbrauchte $n/_{10}$ NaOH	Detto für 100 *g*
mg		cm^3	*g*		*g*			cm^3	cm^3
					0·4069	19·8		1	47·6
					0·4022	20·11		0·88	44
					0·6104	18		1·23	35·3
					0·5392	17·97		1·52	50·6
					0·2813	5·62		1·25	25
					0·1179	3·93		0·96	32

mit Leuchtgas.

184	51·2								
277	49·5								
120	56·25								
54	23·1								
114	47·6								
81·4	31·3								

Erläuterungen zu Tabelle II.

Die Längen- und Dickenbestimmungen sind, wo nichts Besonderes vermerkt ist, durchwegs in *cm* angegeben.

A = Acetylen.
rL = Reine Luft.
Lg = Leuchtgas.
Du. = Dunkelversuch.
Li. = Lichtversuch.
St. = Stengel.
Bl. = Blatt.
K. = Keimling.
Hyp. = Hypokotyl.
Kot. = Kotyledo.
Tr. = Trieb.
Wurz. = Wurzel.
l. Sw. = Längste Seitenwurzel.
o. = oben. [1]
m. = in der Mitte. [1]
u. = unten. [1]
o. S. = obere Schale.
u. S. = untere Schale.

Anmerkungen zu Tabelle II.

Die Glocken hatten durchwegs einen Fassungsraum von 13 *l*.

Ad 2. *a)* Da die Glasschalen des Versuches 4 am 3. II. unter die Glocken des Versuches 3 gegeben wurden, verteilte sich das *A* vom dritten Tag an auf eben hervorbrechende Keime des Versuches 4 und die entwickelten Keime des Versuches 3.

b) Am 4. II. wurde je eine Schale mit *rL*-, beziehungsweise *A*-Keimlingen zur Analyse verwendet.

Ad 3. Die Keimlinge dieses Versuches standen mit unter den Glocken des Versuches 2.

Ad 4. Zur Analyse gelangten etwa gleich lange, aber verschieden alte Pflanzen. Die *rL*-Pflanzen wurden erst am 13. XI. in den Thermostaten gegeben, nachdem sie am 10. XI. ausgelegt worden waren. Sie zeigten am Versuchsschluß üppige Entwicklung, ebenso wie die *A*-Pflanzen. Bei den *A*-Pflanzen kamen auch Seitenästchen vor von 0·4 bis 0·7 *cm* Länge mit 0·4 *cm* langen Blättchen und einer Dicke von 2 bis 3 *mm*.

Ad 5. Auf je zwei Schalen mit Linsen wurde unter jede Glocke eine Schale mit Bohnen gestellt, so daß das *A* pro Keimling wesentlich verdünnt wurde. Die Bohnen wurden am 16. II., weil verschimmelt, entfernt.

Ad 6. *a)* Die Keimlinge wurden am 25. II. mit der Pinzette aus Hunderten ausgesucht und so auf feuchtes Filtrierpapier ausgelegt, daß einer vom anderen etwa 0·8 *cm* Abstand hatte.

b) *rL*-Keimlinge enthalten Anthokyan, *A*-Keimlinge enthalten kein Anthokyan.

---

[1] Zwei nebeneinander gestellte, durch Beistrich getrennte oder knapp untereinander stehende Ziffern in einer dieser Rubriken bedeuten die Dickenbestimmungen in zwei aufeinander ⊥ Durchmessern der Stengel oder Hypokotyle.

Ad 7. Siehe ad 6 *b)*.

Ad 9. *a)* Als Stürze kamen vier große Bechergläser von 4·2 *l* Fassungsraum in Verwendung.

b) *A*: überall junge, 4 *mm* dicke Triebe, massenhaft Lentizellen an allen Trieben; die Kartoffeln infolge Lentizellenwucherungen gesprengt.

c) *rL*: schöne Haare, keine Lentizellen an den Trieben, keine Wucherungen an den Kartoffeln, völlig glattes, gesundes Aussehen.

d) Am Versuchsbeginn zeigte keine Kartoffel Lentizellen.

Ad 10 bis 13. Schon am 3. Juni, also nach 1 bis 2 Tagen, waren die Knollen zersprungen und die Triebe mit Intumeszenzen bedeckt.

— Versuchsschluß.

1. Ad 10. *A*: Kartoffel total zerplatzt. Eine Fasziation.
2. Ad 11. *rL*: Die 6 Sprosse (Länge 4 *cm*), die kaum gewachsen waren, an der Spitze abgestorben. Kartoffel nicht zerplatzt. Triebe ohne Lentizellen. Kartoffel schwache Lentizellen.
3. Ad 11. *A* eine prächtige Fasziation. Alle Triebe mit massenhaft Lentizellen bedeckt. Die Kartoffel völlig zerklüftet.
4. Ad 13. *rL*: Die Kartoffel trägt 2 *mm* lange Intumeszenzen (Lentizellen).
5. Ad 13. *A*: Alle Sprosse an der Spitze abgestorben. Kartoffel zerklüftet.

Ad 14. 5 *A*-Pflanzen abgestorben und glasig durchsichtig, einige geplatzt, die Wurzeln vielfach geschädigt, manche Wurzeln abgestorben.

Ad 15. *a)* Die *A*-Zugabe unterblieb am 12. und 14. III.

b) In *rL* war das Wurzelsystem stärker entwickelt als in *A*; so zählte ich bei dem größten Hypokotyl 8 Wurzeln à 13 *cm* in *rL*, 1 Hauptwurzel zu 12 *cm* in *A*.

Ad 17. *a)* Der Unterschied zwischen der oberen und unteren Schale in *rL* und *A* ist, und zwar schon während des Versuches, auffallend.

b) l., k. in Kolonne »Durchschnittsdicke« bedeutet Dicke des längsten und kürzesten Hypokotyls.

Ad 19. Die *A*-Pflanzen wurden bei diesem Versuche verglichen:

1. mit gleich alten, normal gewachsenen und
2. mit zurückgebliebenen, gleich langen, gleich alten, zuerst im Glashaus und dann im Thermostaten gehaltenen *rL*-Pflanzen.

Ad 22. Die bis 5 *cm* langen Dunkelkeimlinge waren, wie die Analyse bewies, viel zu lang für den Versuch. Offenbar sind die stofflichen Umlagerungen bei den ohnehin nicht allzu großen Samen bei der zunächst gewählten Hypokotyllänge so weit vorgeschritten, daß das *A*. kaum genügend deutlich in den Stoffwechsel einzugreifen vermag. Zur Analyse gelangten, wie die Messung zeigt, nahezu gleich lange, gleich alte und gleich starke Versuchspflanzen.

Ad 23 und 24. Bei beiden Versuchen wurde der eben erwähnte Mangel vermieden. In beiden Fällen kamen ganz kleine Pflänzchen in Verwendung. Die beiden Experimente unterscheiden sich nur dadurch, daß bei 23. gleich alte, aber verschieden lange und bei 24. gleich lange aber verschieden alte Keimlinge zur Analyse gelangten.

Beim 24. wurden nämlich am 7./II. 1912 nur die *A.*-Pflanzen in den Thermostaten gegeben, während am selben Tage die *rL*-Leinsamen erst im Warmhaus zum Keimen ausgelegt wurden. Diese kamen in den Thermostaten erst am 12./II.

Ad 25. *rL*: Triebe glatt, Kartoffel nahezu ohne Lentizellen.

Lg: Auf den Trieben und auf den Kartoffeln massenhaft Lentizellen.

Ad 26. *rL*: Triebenden tot, ausnahmsweise Lentizellen auf den Trieben. An der Kartoffel fast keine.

Lg: Triebe massenhaft Lentizellen. Kartoffel zerklüftet. Periderm abgehoben.